

13 47470

Московский государственный технический университет
имени Н.Э.Баумана

На правах рукописи

Лукьянов Сергей Аркадьевич

**РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА
ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ СИНТЕЗА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Специальность 05.13.13 - Электронные вычислительные машины,
системы, комплексы и сети

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 1995

Работа выполнена в Московском государственном
техническом университете имени Н.Э.Баумана

Научный руководитель

к.т.н., доцент
Сурков Леонид Васильевич

Официальные оппоненты

д.т.н., профессор
Каган Борис Моисеевич

к.т.н., ст. науч. сотр.
Бельгий Владимир Викторович

Ведущая организация

ЛАНИТ

Защита состоится 12.15
Специализированного Со
ном техническом универ
ва, 2-я Бауманская ул. д

С диссертацией мо
Просим принять у
одном экземпляре, завер

Автореф

Ученый секретарь
специализированного со
к.т.н., доцент

1547470

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. По статистике западных промышленно развитых стран к началу 90-х годов от 50 до 60% работающего населения непосредственно зависят от компьютерной обработки информации. По прогнозам, к 2000 году этот показатель может увеличиться до 80 - 90%... В России абсолютные значения цифр пока остаются ниже, хотя темпы оснащения предприятий компьютерами превосходят западные.

Компьютеризация конторской и производственной деятельности включает процессы создания, обработки, хранения и передачи информации. Широкое распространение в последнее десятилетие персональной вычислительной техники охватило, в основном, первые три процесса. Однако о реальной автоматизации обработки информации можно говорить лишь в том случае, когда она включает и процессы передачи информации. Проектирование и создание распределенных информационно-вычислительных систем (РИВС) представляет собой значительно более сложную задачу, чем создание локальных информационных систем.

Актуальной задачей в настоящее время является исследование и разработка новых средств автоматизированного проектирования РИВС, которые должны сократить сроки принятия проектных решений и повысить их качество.

Цель работы заключается в разработке научных положений метода синтеза РИВС в условиях неполной, неточной и недостоверной исходной проектной информации с использованием средств и методов искусственного интеллекта (ИИ).

Основные задачи исследования:

- формирование концепции сквозной интеллектуализации жизненного цикла РИВС;
- разработка процедур интеллектуального моделирования компонентов РИВС;
- разработка концептуальной схемы интеллектуальной системы выработки и принятия проектных решений (ИСПР);
- разработка алгоритмов интеллектуального управления модельным процессом;
- разработка и исследования принципа продолженного проектирования РИВС.

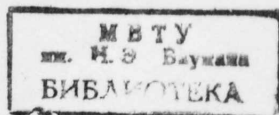
Методы исследования. Выполненная работа характеризуется комплексным подходом к решению поставленных задач. Основные методы исследования базируются на теории вероятностей и математической статистике, теории массового обслуживания, методе динамического программирования, методах компьютерного модели-

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1547470

Пукьянов С.А. Разработка к



рования, в частности, имитационного моделирования, аппарате теории множеств, кластерном анализе, методах и средствах искусственного интеллекта, в частности, логического вывода, самообучения, моделях представления знаний, общей теории систем.

Научная новизна работы заключается в исследовании возможности сквозного применения средств и методов ИИ на всех фазах жизненного цикла РИВС, анализе методов и алгоритмов интеллектуального моделирования компонентов РИВС, разработке алгоритмов управления модельным процессом на основе интерактивного логического вывода, разработке принципа продолжительного проектирования в процессе эксплуатации системы.

Достоверность научных результатов подтверждена результатами экспериментальных исследований и эксплуатации интеллектуальной системы моделирования распределенных информационно-вычислительных систем ДИСМОС.

Практическая значимость работы. Разработаны информационное, лингвистическое и программное обеспечения системы ДИСМОС, интеллектуальные модельные процедуры и интеллектуальные алгоритмы управления модельным процессом, позволяющие генерировать и принимать проектные решения в условиях неполной, неточной и недостоверной исходной информации. Разработан адаптивный самообучаемый протокол передачи данных, который позволяет повысить производительность функционально-ориентированной РИВС за счет обучения на модели и самообучения в процессе эксплуатации.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены и обсуждены на Всесоюзных научно-технических конференциях: "Актуальные проблемы информатики, управления и вычислительной техники", Москва, 1987, 1989; "Актуальные проблемы современного приборостроения", Москва, 1988, тринадцатой Всесоюзной школе-семинаре по вычислительным сетям, Москва – Алма-Ата, 1988.

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ, в том числе 5 тезисов докладов на научно-технических конференциях и 1 статья. Результаты работы использовались в 1987-1992 годах при подготовке 6 научно-технических отчетов по договорным и бюджетным тематикам кафедры "ЭВМис" и НИИ ИСУ МГТУ им. Н.Э.Баумана. Два отчёта имеют номер госрегистрации.

Объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, примечания, 2 приложений, списка литературы из 55 наименований; содержит 154 страницы машинописного текста, в том числе 35 рисунков и 3 таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, формулируется цель и основные направления работы, приводится краткая характеристика решаемых задач и структура изложения материала.

В первой главе сформулирована **концепция сквозной интеллектуализации жизненного цикла** системы. Суть концепции заключается в применении методов ИИ на всех фазах жизненного цикла РИВС. Показаны фазы жизненного цикла и указаны способы их интеллектуализации. Указанная концепция открывает путь к проектированию и созданию систем в условиях неполной, неточной и недостоверной исходной информации.

В зависимости от области использования проектируемых РИВС (учрежденческие, производственные, "бортовые" и т.п.) можно выделить три основных типа РИВС:

- 1) функционально-ориентированные (Ф-РИВС);
- 2) протоколо-ориентированные (П-РИВС);
- 3) интегрированные (И-РИВС).

Применение концепции сквозной интеллектуализации в наибольшей степени оправдано для Ф-РИВС, т.к. при их проектировании используется преимущественно нисходящая стратегия.

Основой для проектирования Ф-РИВС служит моделирование взаимодействия конкурирующих информационных процессов (ИП), распределенных по узлам РИВС. Формальным представлением совокупности взаимодействующих ИП служит функционально-информационная схема (ФИС). Моделирование взаимодействия ИП включает в себя вероятностно-временной анализ реакции системы на входящие запросы и логический анализ на возможность возникновения тупиковых ситуаций.

Вместе с тем, отсутствие глобально оптимальных алгоритмов, равно как и априорных критериев оптимальности решений, большие размеры практических задач, неполнота, нечеткость и недостоверность исходной проектной информации, присутствие в каждом конкретном случае большого числа дополнительных трудноформализуемых условий обуславливает необходимость применения интеллектуально-управляемых методов решения приведенных задач.

Для соединения методов процедурно-аналитического моделирования, имитационного моделирования и искусственного интеллекта требуется решить **триединую**

задачу интеллектуализации моделирования (рис. 1). Решение частных задач, входящих в триединую задачу, рассматривается во второй и третьей главах.

Вторая глава посвящена решению задач интеллектуализации процедурно-аналитического и имитационного моделирования. Интеллектуальное моделирование основывается на развитии методов обработки плохо формализуемой информации в математическом моделировании. Оно позволяет проводить моделирование объекта в отсутствие достоверной, точной информации о моделируемом объекте.



Рис. 1. Триединая задача интеллектуализации моделирования

В главе приведены примеры использования интеллектуально-управляемых эвристических алгоритмов, применительно к задаче распределения ИП по узлам РИВС: введение фиктивных ребер с отрицательными весами в граф архитектуры процессов, выделение остовного дерева в графе общего вида, разрезание дерева.

Математическим эквивалентом распределения ИП по узлам РИВС служит разрезание графа архитектуры процессов (ГАП), формируемого на основании ФИС. Вследствие NP-полноты рассматриваемой задачи, оптимальный алгоритм разрезания графа не может быть практически реализован. Формирование и разрезание графа приходится производить при помощи интеллектуально управляемых эвристических алгоритмов.

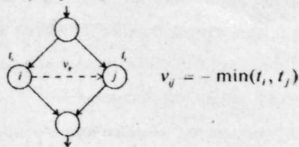
При распределении ИП существует возможность уменьшить время реакции на поступающие запросы. Для этого требуется учесть наличие в ФИС параллельных участков. Целесообразно размещать ИП по узлам таким способом, чтобы ИП, находящиеся в разных ветвях параллельного участка, были, по возможности, назначены на разные узлы.

При этом, однако, необходимо считаться с возможным увеличением межузлового трафика, а, следовательно, и возрастанием задержек на передачу информации.

С точки зрения алгоритма разрезания графа, параллелизм функционирования ИП может быть учтен введением дополнительных фиктивных дуг с отрицательными весами (рис. 2).

Указанные дуги проводятся между вершинами ГАП, представляющими парал-

а). Пример двух параллельных ИП:



б). Общий случай:

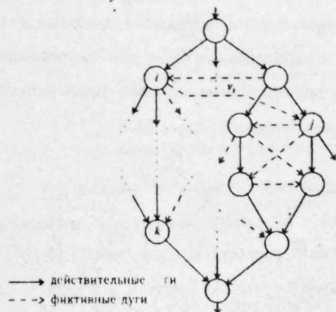


Рис. 2. Введение дополнительных фиктивных дуг в ГАП

логического вывода.

Фактами, являющимися посылками для логического вывода, в данном случае служат: количество ИП в каждой из параллельных ветвей, времена выполнения ИП, наличие или отсутствие подветвей в каждой из ветвей и т.п.

Сам вывод производится на основе эмпирических правил, наподобие следующих:

Правило 1. Если $(\exists \text{ветвь_1 } (\exists x_i \in \text{ветвь_1}))$,

то $(\forall x_j \in \text{ветвь_2}): v_{ij} = -t_i$.

Правило 2. Если $(\text{ветвь_1} \in X_q \wedge \text{ветвь_2} \in X_s)$,

то $\sum v_{ij} = -\min(t_{\text{ветвь_1}}, t_{\text{ветвь_2}})$.

Правила могут быть сформированы при программировании данного алгоритма или в результате самообучения системы моделирования.

Для снижения вычислительной сложности алгоритма разрезания графа приходится использовать ряд эвристик. Одним из классов эвристик служат способы удаления "лишних" дуг в ГАП для получения его остова с последующим разрезанием полученного дерева.

тельно выполняемые процессы. Абсолютное значение веса дуги определяется исходя из выигрыша, взятого с обратным знаком, получаемого от параллельного выполнения пары ИП по сравнению с их последовательным выполнением:

$$v_{ij} = -\min(t_i, t_j), \quad (1)$$

где: t_i, t_j - времена выполнения ИП P_i и P_j , соответственно.

Случай, когда в параллельные ветви входит большее количество ИП, или эти ветви сами по себе имеют подветви, не допускает столь простого решения, как (1). В этих условиях эвристические решения по введению фиктивных ребер могут быть приняты путем применения правил

Выбор метода разрезания графа, выбор одной эвристики из числа приемлемых для выбранного метода и реализация выбранной эвристики осуществляются с применением средств логического вывода. Причем, учитывая возможную нечеткость логических посылок, для вывода используются методы нечеткой логики.

Основой алгоритма разрезания дерева служит метод динамического программирования, который использует преимущества основного свойства дерева, а именно, его ацикличности, для нахождения глобально оптимального разрезания, основываясь на локально доступной информации. Алгоритм генерирует оптимальное разрезание дерева T путем поиска разрезаний последовательно увеличивающихся поддеревьев T' до тех пор, пока разрезаемым поддеревом не станет само T (рис. 3).

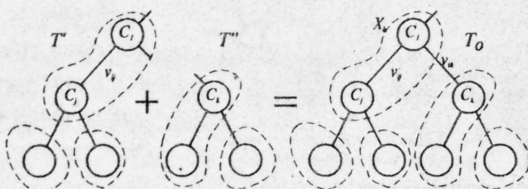
Указанный алгоритм имеет вычислительную сложность $O(M^2n)$.

Для достижения такой низкой сложности, с целью сокращения числа вариантов, рассматриваемых на каждом шаге, используются логические правила, исключающие из рассмотрения бесперспективные разрезания поддеревьев.

Далее в главе приводятся способы автоматизации имитационного моделирования компонентов РИВС.

Предметные знания и метазнания в интеллектуальной подсистеме построения имитационных моделей (рис. 4) представлены "извлекающими правилами". Задача "извлекающих правил" - вести диалог с пользователем с целью извлечения из него необходимой для моделирования информации. Знания о языке моделирования и, частично, метазнания представлены "конструирующими правилами". Конструирующие правила предназначены для синтеза имитационной модели на заданном языке моде-

а). Объединение поддеревьев



б). Склеивка корневых кластеров

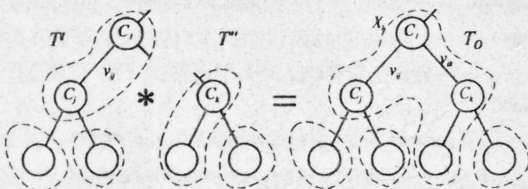


Рис. 3. Операции комбинирования разрезаний поддеревьев

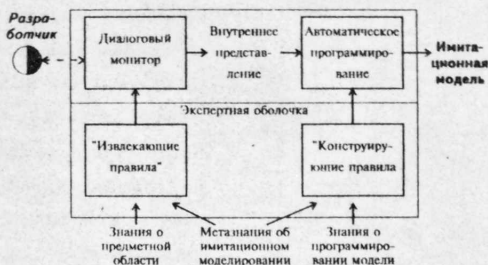


Рис. 4. Структура интеллектуальной подсистемы построения имитационных моделей

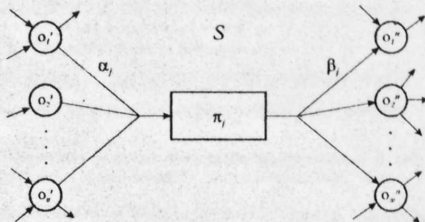
В работе предложена **концептуальная схема построения и функционирования интеллектуальной системы принятия проектных решений (ИСППР)**, как целенаправленной автоматизированной системы управления с человеком (ЛПР) в контуре управления. Проектное решение, вырабатываемое такой системой гибридного интеллекта определяется целями и исходными данными, сформулированными в техническом задании (ТЗ) на разработку РИВС, а также особенностями мыслительной деятельности конкретного проектировщика и наличием априорных знаний в экспертной подсистеме.

На основании рассмотрения способов представления знаний в интеллектуальных системах, для модельных знаний выбрана форма семантической сети (рис. 5). Такое представление позволяет организовать процесс моделирования компонентов РИВС в виде интерактивного логического вывода (рис. 6). На первом этапе главный монитор системы (машина вывода) строит трассу вывода в обратной последовательности от затребованного поль-

дирования.

В третьей главе

рассмотрены способы интеграции систем компьютерного моделирования с экспертными системами. Предложен новый комбинированный способ, сочетающий преимущества известных.

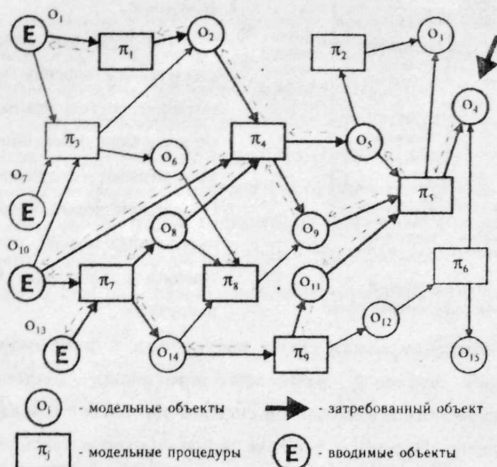


$S = (O \cup \Pi, A \cup B)$ - модельная семантическая сеть, представленная двудольным ультраграфом;
 $O = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$ - модельные объекты;
 $\Pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m\}$ - модельные процедуры;
 $A = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m\} = O \otimes \Pi = \{ \langle O_j, \pi_i \rangle \mid j=1 \div m \} = \{ \langle \langle o_2, o_5, \dots, o_{35} \rangle, \pi_1 \rangle, \dots, \langle \langle o_1, o_2, \dots, o_6 \rangle, \pi_j \rangle, \dots, \langle \langle \dots, \pi_m \rangle \rangle \}$ - входные гипердуги;
 $B = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m\} = \Pi \otimes O = \{ \langle \pi_i, O_j^* \rangle \mid j=1 \div m \} = \{ \langle \langle \pi_1, \langle o_2, o_7, \dots, o_{49} \rangle \rangle, \dots, \langle \pi_j, \langle o_1, o_2, \dots, o_m \rangle \rangle, \dots, \langle \pi_m, \langle \dots \rangle \rangle \}$ - выходные гипердуги;

Свойства семантической сети:

1. $\forall \pi_j: \exists! \alpha_j, \exists! \beta_j$;
2. $\alpha_k: \forall j: o_k \notin O_j, o_k$ - вводимый объект;
3. $\pi_j: O_j^* \cap O_j^{**} \neq \emptyset, \pi_j$ - структурно-итерационная процедура.

Рис. 5. Представление модельных знаний в форме семантической сети



- А. Построение трассы вывода
 $O_1 \rightarrow \pi_1 \rightarrow \{O_2, O_3, O_4\} \rightarrow \{\pi_2, \pi_3\} \rightarrow$
 $\rightarrow \{O_5, O_6, O_7, O_8\} \rightarrow \{\pi_4, \pi_5\} \rightarrow \{O_9, O_{10}, O_{11}\}$
- Б. Реализация модельных процедур
 $\pi_1 \rightarrow \pi_2 \rightarrow \pi_3 \rightarrow \pi_4 \rightarrow \pi_5$

Рис. 6. Интерактивный логический вывод на модельной семантической сети

модельных процедур - описанные в главе 2 алгоритмы выделения остова дерева, разрезания дерева, имитационные модели и другие.

Для работы с данными, имеющими различные типы недостоверности, целесообразно привести эти типы к одному. Это может быть сделано на основе теоретико-вероятностной интерпретации коэффициента доверия (к.д.) модельного объекта "коэффициент доверия объекта есть вероятностная мера близости получаемого значения модельного объекта к истинному значению параметра РИВС, представляемого данным объектом". Другими словами, к.д. численно выражает вероятность принадлежности получаемого значения к интервалу, в пределах которого изменение значения объекта не приводит к принятию неверного решения.

Рассмотренная концептуальная схема реализована в системе моделирования ДИСМОС, архитектура которой показана на рис. 7.

В диссертации приведена структура информационного обеспечения системы.

зователем объекта к имеющимся (наиболее достоверным из имеющихся) объектам. На втором этапе модельные процедуры исполняются в прямой последовательности для получения требуемого результата, а также вычисляется его коэффициент доверия.

Примерами модельных объектов служат функционально-информационная схема, списки параллельных процессов, распределение ИП по узлам сети, блокировки процессов и т.п., а примерами мо-



Рис. 7. Архитектура системы ДИСМОС

которое состоит из базы знаний и базы данных, подразделяющейся в свою очередь на системную и проблемную суббазы. Выделены условно-постоянные и условно-переменные компоненты информации.

Описано лингвистическое и программное обеспечение ДИСМОС.

Четвертая глава

посвящена рассмотрению **принципа продолженного проектирования РИВС**.

Принцип продолженного проектирования заключается в переносе в фазу эксплуатации процесса настройки параметров системы; оптимальные значения которых невозможно получить в фазе проектирования.

Реализация указанного принципа должна предусматривать самоадаптируемость системы к реальным условиям эксплуатации, чтобы уменьшить или вообще устранить сопровождение РИВС при ее эксплуатации.

Принцип продолженного проектирования накладывает дополнительные условия на процесс выработки и принятия проектных решений. Проектируемая система должна позволять изменять значения своих параметров во время эксплуатации. В ее состав также должна быть введена подсистема (служба) оперативной адаптации (СОА), выполняющая роль отрицательной обратной связи, которая обеспечивает необходимую устойчивость и динамичность системы. Обучение СОА на модели и дальнейшее её самообучение позволяет улучшить характеристики системы путём выбора наилучших значений управляемых параметров системы.

На рис. 8 приведена структурная схема СОА, включаемой в системное программное обеспечение РИВС.

Самообучение СОА базируется на парадигме Минского, согласно которой в новой ситуации следует использовать решения, приводившие к наилучшим решениям в прошлом. Это ставит задачу выработки процедуры классификации состояний системы и генерации управляющих решений.

Метод классификации состояний системы, используемый в СОА, основан на кластерном анализе. Для этого на векторе наблюдаемых параметров системы V , длины n , строится m (по числу управляемых параметров) n -мерных пространств $P_j^{(n)}$. Степень "близости" точек, представляющих отдельные состояния V , в таком пространстве выражается взвешенной евклидовой метрикой (2):

$$d_k^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(v_i - c_{ik})^2}{\sigma_{ik}^2}, \quad (2)$$

где d_k - расстояние от точки вектора наблюдаемых параметров V до центра кластера с номером k ;

v_i - координаты точки V ;

c_{ik} - координаты центра кластера C_k ;

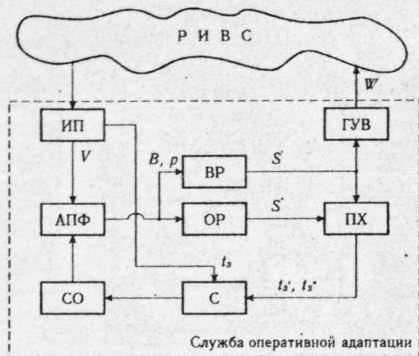
σ_{ik} - мера ширины кластера с номером k по координате i .

Формирование кластеров в указанных пространствах представляет собой задачу подсистемы самообучения (ПСО). В диссертации разработаны методы формирования кластеров, использующих различные стратегии накопления информации о предыдущих состояниях системы. Наиболее общая стратегия (3) учитывает "старение" данных для обеспечения "устойчивости" и "пластичности" СОА:

$$\left\{ \begin{aligned} c_{ik} &= \sum_{h=1}^{H_k} v_{ih} \cdot \kappa(1-\kappa)^{H_k-h} + v_{i1} \cdot (1-\kappa)^{H_k} \\ \sigma_{ik} &= \sqrt{\sum_{h=1}^{H_k} (v_{ih} - c_{ik})^2 \cdot \kappa(1-\kappa)^{H_k-h} + (v_{i1} - c_{ik})^2 (1-\kappa)^{H_k}} \end{aligned} \right. \quad i = 1 \div n, \quad (3)$$

где H_k - число точек V , по которым определяется центр кластера;

κ - "коэффициент пластичности".



ИП - блок измерения параметров функционирования;
 АПФ - блок анализа параметров функционирования;
 ВР - блок варьирования решений;
 ОР - блок выбора оптимального решения;
 ПХ - подсистема предсказания характеристик;
 ГОВ - блок генерации управляющих воздействий;
 С - блок сравнения;
 СО - подсистема самообучения;

V - вектор наблюдаемых параметров;
 S - вектор оптимального решения;
 S^* - вектор "другого" решения;
 W - вектор управляемых параметров.

Рис. 8. Структура СОА с самообучением

При $\kappa = 0.5$ вес новых точек, попадающих в кластер, равен "весу" всех вместе взятых точек, попавших в кластер ранее. В результате данные быстро "стареют", что дает высокую "пластичность" и низкую "устойчивость" СОА. Меньшие значения κ соответствуют меньшей пластичности и большей устойчивости ПСО. На практике, κ может быть подобран экспериментально, в зависимости от динамичности характеристик РИВС.

Как инструмент параметрической оптимизации компонентов РИВС может служить рассматриваемый в диссертации метод виртуальных структур обслуживающих процессов (ВСОП).

Суть метода заключается в оперативном изменении параметров РИВС как системы массового обслуживания (СМО) с целью достижения минимальных времен задержек передачи информации при различных входных потоках заявок на обслуживание.

Анализ СМО типа $M/G/n$ показывает наличие неисследованных резервов их оптимизации. В моделях РИВС для поступающих заявок нередко приходится применять сложные законы распределения времен их обслуживания, в частности, гиперэкспоненциальные или гиперэрланговские. Такие законы распределения характеризуются коэффициентом вариации $\rho_v > 1$. В этих условиях могут быть предложены дополнительные меры по уменьшению среднего времени пребывания заявок в системе:

1. Разделение обслуживающего аппарата (ОА) на r частей (накопитель), обладающих суммарной производительностью, равной производительности исходного ОА: $r \cdot \mu' = \mu$.

2. Ограничение кванта времени обслуживания заявки в ОА до величины $\tau = \frac{f}{\mu}$ с последующим дообслуживанием.

3. Ограничение числа заявок, участвующих в циклическом обслуживании до величины q .

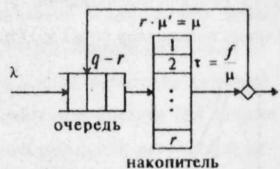
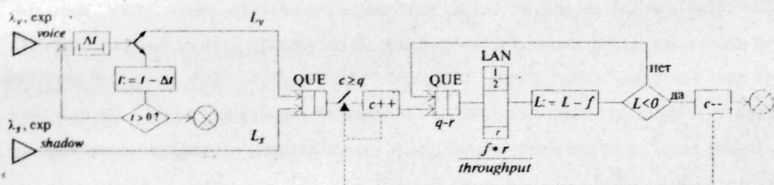


Рис. 9. СМО, реализующая метод ВСОП

Совместное применение указанных мер приводит к созданию СМО, реализующей метод ВСОП и показанной на рис. 9. Изменение параметров r , f и q в процессе функционирования РИВС позволяет снизить времена пребывания заявок в системе.



λ_v - интенсивность телефонных разговоров [с⁻¹];
 λ_s - интенсивность фоновых трафика [с⁻¹];
 t - длительность телефонного разговора [с];
 Δt - время накопления речевой информации на один пакет [с];
 L_v - длина речевого пакета [байт];
 L_s - длина фонового пакета [байт];
 c - счетчик циркулирующих пакетов;
 $throughput$ - пропускная способность СПД [байт/с];

r - число виртуальных подканалов;
 q - максимальное число циклически обслуживаемых пакетов;
 f - максимальная длина кадра [байт].

Рис. 10. Схема имитационной модели речевой почты

Преимуществом такого подхода является возможность программного управления временными характеристиками системы, без каких бы то ни было аппаратных модификаций.

В качестве практического примера была исследована система речевой почты с применением метода ВСОП.

Схема имитационной модели речевой почты показана на рис. 10. На рис. 11 приведены снятые на имитационной модели зависимости временных задержек передачи речевой информации по сети в зависимости от управляемых параметров r (числа подканалов сети) и f (максимальной длины кадра сетевого протокола).

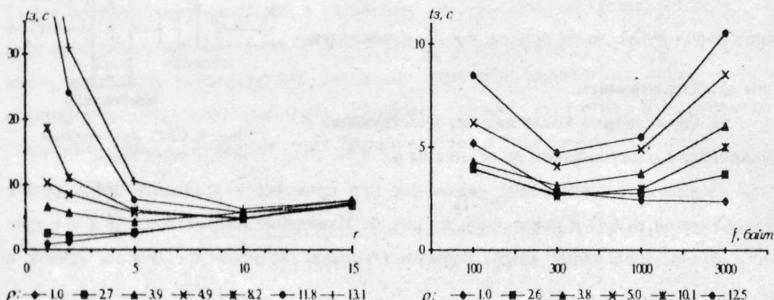


Рис. 11. Зависимость времени задержки речевых сообщений t_3 от управляемых параметров системы

Из графиков видно, что в различных условиях эксплуатации системы (с различными ρ_0) минимальное значение t_3 достигается при разных значениях r и f . Это подтверждает вывод, что оперативное управление параметрами системы по мере изменения внешних условий эксплуатации позволяет улучшить характеристики её функционирования.

Имитационная модель речевой почты написана на языке программирования Си с применением системы имитационного моделирования C-SIM. Это позволяет пристыковывать к ней программную реализацию СОА, также написанную на языке Си. СОА имеет возможность сохранять накопленный в процессе моделирования опыт в дисковом файле для использования в следующем сеансе работы, в том числе на реально действующей РИВС.

Таким образом, реализуется принцип продолженного проектирования: СОА **обучается** на модели в фазе инсталляции системы, а затем **самообучается** на реальной системе в фазе её эксплуатации.

В заключении приведены основные результаты, полученные в диссертации.

В приложениях приведены тексты имитационной модели системы речевой почты и программной реализации службы оперативной адаптации, акты о внедрении результатов работы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Материалы проведенных в настоящей работе исследований позволяют сделать вывод об актуальности, целесообразности и практической реализуемости методов и средств искусственного интеллекта при создании РИВС. Методологической базой их применения может служить сформулированная в работе концепция сквозной интеллектуализации жизненного цикла системы. Использование средств ИИ открывает путь к проектированию и созданию РИВС в условиях неполной, неточной и недостоверной исходной проектной информации.

2. Основой для проектирования Ф-РИВС служит компьютерное моделирование взаимодействия параллельных конкурирующих информационных процессов, распределенных по узлам РИВС.

3. На стыке компьютерного моделирования и технологии экспертных систем формируется "интеллектуальное моделирование" как новое направление. Интеллектуальное моделирование основывается на развитии методов обработки плохо форма-

лизуемой информации в математическом моделировании. Для соединения методов процедурно-аналитического моделирования, имитационного моделирования и искусственного интеллекта требуется решение сформулированной выше триединой задачи интеллектуализации моделирования.

4. Концептуальная схема построения и функционирования интеллектуальной системы принятия проектных решений (ИСППР) может рассматриваться как целенаправленная автоматизированная система управления с человеком (ЛПР) в контуре управления.

5. Разработана и исследована архитектура диалоговой интеллектуальной системы моделирования РИВС ДИСМОС. Выработка и принятие проектных решений в ДИСМОС осуществляется путем интерактивного логического вывода на модельной семантической сети, устанавливающей взаимоотношения модельных объектов и модельных процедур.

6. На основании рассмотрения способов оперирования недостоверными, неточными, неполными данными предложен подход к приведению различных типов недостоверности к единому. Дана теоретико-вероятностная интерпретация коэффициента доверия модельного объекта.

7. Разработаны информационное, лингвистическое и программное обеспечения системы ДИСМОС.

8. Сформулирован и теоретически развит принцип продолженного проектирования РИВС в фазе ее эксплуатации. Реализацией принципа служит параметрическая самообучаемая адаптация системы.

9. Разработан и исследован метод виртуальных структур обслуживающих процессов (ВСОП) как инструмент параметрической оптимизации компонентов РИВС. В качестве примера рассмотрена система речевой почты, в которой применение метода ВСОП позволяет оперативно управлять временными задержками передачи речевой информации по СПД.

10. Разработана имитационная модель системы речевой почты с использованием ВСОП. Результаты имитационных экспериментов на модели подтверждают возможность оперативного управления временем задержки передачи речевого сообщения.

11. Разработана структурная схема и программная реализация службы оперативной адаптации (СОА) РИВС. Обученная на имитационной модели СОА может быть перенесена в реальную систему, что позволяет снизить затраты времени на ус-

тановку и настройку системы. Дальнейшее самообучение СОА уже происходит на реальной системе в фазе ее эксплуатации.

Основное содержание работы отражено в следующих публикациях:

1. Шигин В.И., Лукьянов С.А. Моделирование распределения ресурсов информационно-вычислительных сетей в интерактивном режиме // Актуальные проблемы информатики, управления и вычислительной техники: Сб. тезисов докладов Всесоюзной научно-технической конференции. – М., 1987. – С. 107.

2. Автоматизация проектирования вычислительных машин, систем и сетей. Кн.3: Отчет по науч.-исслед. теме / МВТУ. Рук. темы В.Н.Голубкин. – Тема Пб-1/86; № ГР 01870099085. Инв. № 0288. 0049660. – М., 1987. – 246 с.

3. Лукьянов С.А. Исследование генетического алгоритма самообучения в интеллектуальных системах // Актуальные проблемы современного приборостроения: Сб. тез. докл. II Всесоюзной научно-технической конференции. – М., 1988. – С. 51.

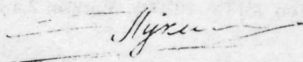
4. Сурков Л.В., Шигин В.И., Лукьянов С.А. Организация диалоговой системы моделирования вычислительных сетей ДИСМОС // Сб. тез. докл. тринадцатой всесоюзной школы-семинара по вычислительным сетям. – Алма-Ата, 1988. – Ч. III. – С. 76-79.

5. Сурков Л.В., Шигин В.И., Лукьянов С.А. Алгоритм статического распределения вычислительных работ на начальном этапе проектирования сетей ЭВМ // Сб. тез. докл. тринадцатой всесоюзной школы-семинара по вычислительным сетям. – Алма-Ата, 1988. – Ч. III. – С. 80-84.

6. Лукьянов С.А., Демин А.В. Концепция интеллектуального пользовательского интерфейса с псевдонезависимой интерактивностью окон в прикладной диалоговой системе // Актуальные проблемы информатики, управления, радиоэлектроники и лазерной техники: Сб. тез. докл. Всесоюзной конференции НТТМ и студентов. – М., 1989. – С. 107-108.

7. Сурков Л.В., Шигин В.И., Лукьянов С.А. Диалоговая система ДИСМОС распределения ресурсов информационно-вычислительных сетей // Архитектура и проектирование вычислительных систем: Сб. научных трудов Рижского политех. инта. – Рига, 1989. – Вып. 6. Распределенные вычислительные системы. – С. 30-38.

8. Методы и инструментальные средства определения структуры и состава КТС вычислительных сетей спецназначения: Отчет по науч.-исслед. теме / МГТУ. Рук. темы Л.В.Сурков. № ГР 01900073609. Инв. № 0291.0054217. – М., 1990. – 73 с.



Подп. к печати "22" СС 1995г. Объем 1 п.л. Заказ 271 Тираж 100
Тип. МГТУ: 107005, Москва, 2-я Бауманская, 5